

다기능 레이더의 디지털 능동 위상 배열 안테나에 최적화된 이중 채널 부엽 차단 빔 패턴 형성에 관한 연구

A Study of Dual Channel Side-Lobe Blanking Beam Pattern Formation Optimized for Digital Active Phased Array Antennas of Multi-Function Radar Systems

주정명 · 이재민 · 박종국 · 진형석 · 강연덕 · 한일탁* · 김두수* · 이동국*

JoungMyoung Joo · JaeMin Lee · Jongkuk Park · Hyung-Suk Jin · Yeon-Duk Kang ·
Il-Tak Han* · Doo-Soo Kim* · Dong-Kook Lee*

요 약

일반적으로 안테나 빔 패턴의 부엽으로 들어오는 다양한 간섭 신호에 의해 레이더의 탐지 성능이 저하되는 것을 방지하기 위한 목적으로 주 안테나 외에 별도의 부엽 차단 안테나를 추가/운용한다. 본 논문에서는 물리적으로 추가되는 안테나 없이 디지털 능동 위상 배열 안테나의 구조적인 특징을 이용하여 주 안테나 내 일부 배열 소자로 부엽 차단 안테나를 구성하고, 광 채널을 추가하여 주 안테나와 부엽 차단 안테나에 대한 다중 디지털 수신 빔 형성이 가능하도록 하였다. 주 안테나의 부엽을 모두 덮기 위한 부엽 차단 안테나 구조와 2개의 부엽 차단 빔 패턴을 생성하기 위한 소자별 가중치 분포를 설계하였다. 설계한 부엽 차단 안테나의 가중치 분포를 디지털 능동 위상 배열 안테나에 적용하고 근접전계 시뮬레이션을 통해 원전계 빔 패턴을 확인한 결과, 시뮬레이션과 같이 보어사이트를 포함한 빔 조향 시에도 2차원 공간상의 전 영역에서 이중 채널 부엽 차단 안테나의 빔 패턴에 의해 주 안테나 빔 패턴의 부엽이 모두 덮였음을 확인하였다.

Abstract

To prevent the detection performance of radar systems from being degraded by interference signals appearing in the side-lobe of the antenna, an additional side-lobe blanking(SLB) antenna is often added and operated alongside the main antenna. In this paper, the SLB antenna composed of array elements within the main antenna is discussed. Using the structural features of the digital active phased array antenna implies that no additional antenna is physically added. Optical channels are also employed to simultaneously form multiple digital beams for the main and the SLB antennas. A structure for the SLB antenna to cover all the side-lobes of the main antenna pattern was designed using two SLB beam patterns, and weight distributions corresponding to each element were calculated. Applying the weight distributions of the designed SLB antenna, the far-field pattern was reviewed through near field tests. As a result and as shown in the simulation, it was confirmed that, even during beam steering, all the side-lobes of the main antenna were covered by the beam patterns of the dual-channel SLB antenna in all regions of the 2D space.

Key words: SLB Antenna, Side-Lobe Blanking, Full Digital Active Phased Array Antenna, Multi-Function Radar

LIG 넥스원(LIG Nex1)

*국방과학연구소(Agency of Defence Department)

· Manuscript received October 30, 2019 ; Revised January 14, 2020 ; Accepted January 16, 2020. (ID No. 20191030-114)

· Corresponding Author: JoungMyoung Joo (e-mail:joungmyoung.joo@lignex1.com)

I. 서 론

능동 위상 배열 레이더는 수신 빔 운용 시 정확한 표적 탐지 성능을 위해 안테나 빔 패턴의 부엽(side-lobe)으로 수신되는 다양한 간섭 신호를 제거해야 할 필요가 있다. 실제 표적이 존재하지 않음에도 불구하고, 재밍(jamming), 클러터(clutter) 등의 여러 간섭 신호가 안테나 빔의 부엽에 들어오게 되면 레이더는 이 위치에 표적이 있는 것으로 식별하거나, 실제 표적이 있음에도 불구하고 주엽(main-lobe)에 수신된 표적 신호보다 더 큰 세기의 간섭 신호가 부엽으로 수신되면 실제 표적 위치를 식별할 수 없게 된다. 이와 같은 탐지 및 추적 오류로 인한 다기능 레이더의 성능 저하를 미연에 방지하기 위해 부엽 차단기 개념이 도입되었다^[1]. 특히 최신의 능동 위상 배열 레이더는 매우 넓은 조향 범위가 요구되며, 그에 따라 광각 빔 조향 시 부엽 레벨이 상대적으로 크게 증가하므로 부엽 차단기의 필요성이 더욱 부각된다. 하지만 부엽 차단기를 구성하기 위해 지금까지는 부엽 차단 안테나, 수신 경로 및 수신기 등의 하드웨어가 별도로 요구되었다. 많은 개수의 배열 소자를 갖는 아날로그 능동 위상 배열 안테나에서는 그 중 일부 배열 소자를 활용하는 경우도 있지만, 이 경우 역시 주 경로 외에 부엽 차단 안테나를 위한 아날로그 빔 합성기 및 수신기는 추가적으로 구성해야 한다. 이와 같은 방법으로는 주 안테나 빔 패턴의 주엽을 제외하고 공간상의 전 영역에서 부엽 차단 기능을 수행하기에는 효율성이 떨어지고 구현하는데 한계가 있으며, 비용 및 시스템 복잡도 증가와 부엽 차단 안테나 배치에 있어서도 공간적인 제약 등 여러 가지 단점이 따르게 된다.

따라서 이러한 종래 기술의 한계를 극복하기 위해 본 논문에서는 물리적으로 별도의 부엽 차단 안테나, 수신 경로 및 수신기를 추가하지 않고, 디지털 능동 위상 배열 안테나의 일부 배열 소자를 이용하여 부엽 차단 안테나를 구성하고, 그로부터 원하는 형태의 부엽 차단 빔 패턴을 형성한 결과에 대해 소개하도록 한다.

II. 부엽 차단 안테나 빔 패턴 설계

2.1 부엽 차단 안테나 개요 및 구성

부엽 차단기는 안테나 빔의 부엽으로 원하지 않는 신

호가 들어오는 경우, 수신기를 차단하기 위한 목적으로 사용된다. 이러한 부엽 차단기는 일반적으로 그림 1과 같이 주 안테나 이외에 보조 안테나인 부엽 차단 안테나와 수신기를 구성하여 별도의 시스템으로 추가/운용한다.

또한, 그림 2에 보인 것과 같이 부엽 차단 안테나 패턴은 주 안테나 패턴의 주엽보다는 작고, 부엽보다는 크게 설계하여 공간상에서 모든 부엽을 덮을 수 있도록 해야 한다^{[1]~[3]}.

왜냐하면 이와 같이 빔 패턴 설계 시 부엽 방향에서 어떤 신호가 수신되었을 때 부엽 차단 안테나로 수신된 신호의 크기가 주 안테나로 수신된 신호의 크기보다 크게

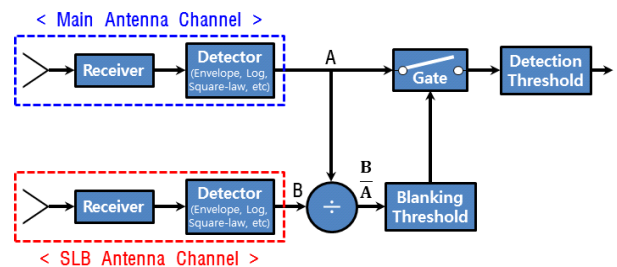


그림 1. 일반적인 부엽 차단 시스템의 구성도

Fig. 1. Configuration diagram for conventional SLB system.

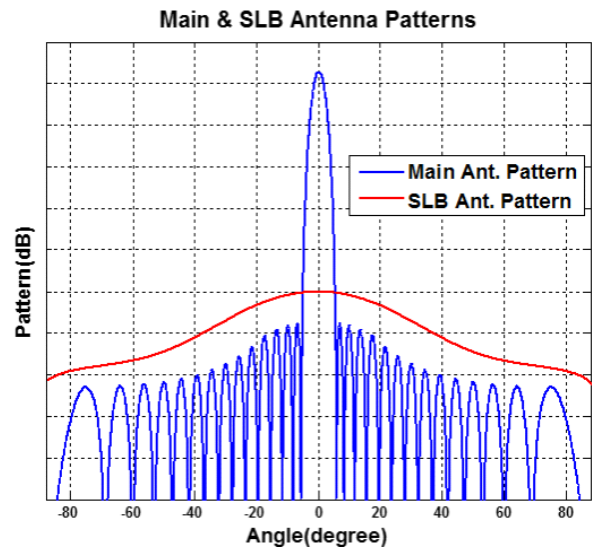


그림 2. 일반적인 주 안테나 및 SLB 안테나 빔 패턴

Fig. 2. Beam patterns for conventional main and SLB antenna.

되고, 반대로 주엽 방향에서 신호가 수신되었을 때는 부엽 차단 안테나의 수신 신호 크기가 주 안테나의 수신 신호보다 작게 되기 때문이다. 이렇게 두 채널에 들어온 수신 신호에 대해 크기 차이 또는 비율을 계산하고, 미리 정해놓은 차단 문턱치(blanking threshold)와 비교하여 주엽 신호로 판단하면 이후의 표적 탐지 과정을 거치고, 부엽 신호로 판단하면 수신기를 차단함으로써 오탐지 비율(false alarm rate)을 낮춘다^[4]. 이와 같이 주 안테나와 부엽 차단 안테나의 빔 패턴에 의해 수신 신호의 차단 여부가 결정되기 때문에 안테나 빔 패턴은 부엽 차단기의 성능을 결정짓는 중요한 요소 중 하나라고 할 수 있다. 부엽 차단 안테나가 그림 2와 같은 매우 넓은 빔 패턴을 갖도록 하기 위해 대개 다이폴이나 혼 안테나를 복사소자로 사용하지만, 원하는 형태의 부엽 차단 안테나 빔 패턴을 형성하기 위해 배열 구조를 채택하기도 한다. 이때, 수동 위상 배열의 경우, 각 배열 소자에 대한 크기/위상 가중치 분포가 적용되도록 아날로그 급전기를 설계/구성해야 하며, 능동 위상 배열의 경우에도 최소한 아날로그 합성기를 추가해야 하는 번거로움이 있다. 따라서, 본 논문에서는 부엽 차단기 구현을 위해 별도의 구성품 추가 없이 최근 개발된 디지털 능동 위상 배열 안테나에서 구성된 시스템을 그대로 이용하여 이중 채널 부엽 차단 안테나 빔 패턴을 형성하는 방법에 대해 제안하였다.

먼저, 부엽 차단 안테나 설계에 앞서 본 논문에서 다루는 디지털 능동 위상 배열 안테나 시스템의 구성 및 신호 흐름에 대해 살펴볼 필요가 있다. 그림 3은 개별 소자 단위의 완전 디지털 능동 위상 배열 안테나로서 각 배열 소자에 수신된 신호는 수신기에서 A/D(Analog to Digital) 변환을 통해 디지털화 된다. 또한, 디지털 변환된 각각의 데이터는 광 인터페이스로 전송되기 위해 직렬화 과정을 거쳐 광 신호로 변환 후 광 데이터 전송선로를 통해 디지털빔형성조립체로 전달된다^[5]. 이후 디지털빔형성조립체에서는 빔 조향 명령에 의한 소자별 위상값과 메모리에 저장되어 있는 채널별 정렬값 및 해당하는 빔 패턴에 대한 가중치 분포를 곱하여 최종 합성된 빔 패턴 데이터를 안테나 외부로 내보낸다. 여기서, 최종 형성되는 부엽 차단 안테나 빔 패턴은 단지 산술적으로 곱해지는 가중치 분포에 의해서 결정되고, 그 이전의 과정까지는 주 경로

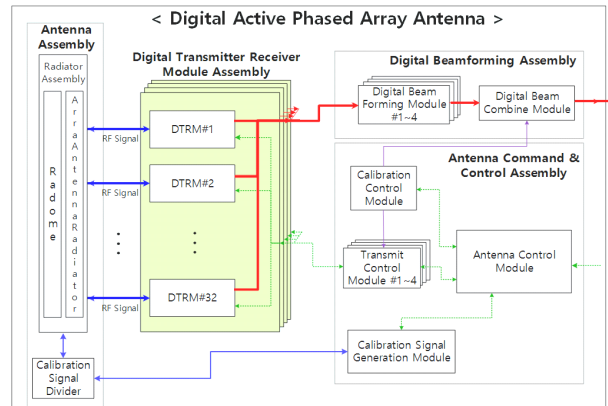


그림 3. 디지털 능동 위상 배열 안테나 구성 및 신호 흐름도
Fig. 3. Configuration and signal flow for digital active phased array antenna.

로 수신된 데이터와 모두 같은 값을 사용하게 된다. 따라서 디지털빔형성조립체 내 메모리에 빔 패턴에 대한 가중치 분포만 변경하여 미리 저장해 둔다면 다양한 형태의 원하는 수신 빔을 생성할 수 있고, 나아가 메모리 용량을 늘려 여러 빔에 대한 가중치 분포를 저장하고, 광 채널만 증가시킨다면 하나의 수신 데이터로부터 여러 개의 빔을 동시에 생성하는 디지털 다중 빔 형성이 가능하게 된다. 그러므로 디지털 능동 위상 배열 안테나에서는 물리적으로 부엽 차단 안테나 및 송신기를 추가하지 않고도 부엽 차단 안테나 빔 패턴에 대한 가중치 분포와 광 채널 증가만으로 부엽 차단 시스템을 구성할 수 있는 것이다. 이와 같은 방법이 별도의 부엽 차단기를 구성하는 것에 비해 훨씬 더 간단하고 경제적이며, 빔 패턴 형성에 있어서도 아날로그 급전기로 각 소자별 크기/위상 가중치를 맞추는 것은 굉장히 어려운데 반해, 산술 곱은 매우 쉽고 정확하다는 장점이 있다.

2.2 부엽 차단 안테나 빔 패턴 설계 결과

앞장에서 언급한 디지털 능동 위상 배열 안테나의 구조적인 장점을 살려, 본 논문에서는 512개의 복사소자로부터 생성되는 안테나 빔 패턴의 부엽을 없기 위한 부엽 차단 안테나 구조 및 빔 패턴 생성을 위한 가중치 분포를 설계/검토하였다. 그림 4는 주 안테나의 이상적인 수신

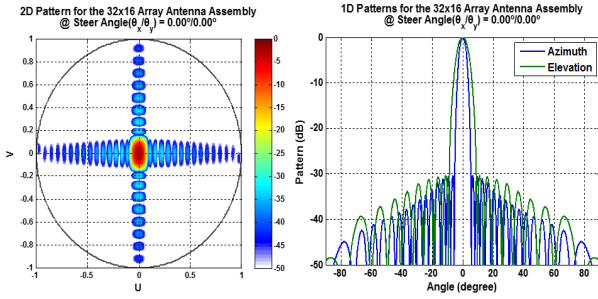


그림 4. 디지털 능동 위상 배열 안테나의 512개 복사소자에 의한 이상적인 빔 패턴

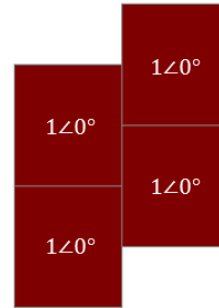
Fig. 4. Ideal beam pattern with 512 radiating element of digital active phased array antenna.

빔 패턴을 나타내며, 테일러 30 dB 가중치 분포와 모사된 개별 소자 빔 패턴을 적용하였다.

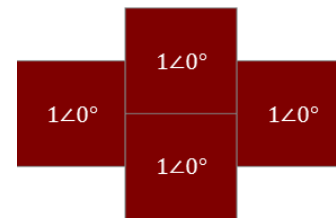
위와 같은 주 안테나 빔 패턴의 부엽을 모두 없기 위해 첫 번째로 검토한 부엽 차단 안테나의 구조 및 가중치 분포는 그림 5(a)와 같다. 512개 배열 소자 중 단 4개의 배열 소자만 이용하여 빔 패턴을 생성하였고, 모두 같은 크기와 위상을 가진 가중치 분포를 적용하였다. 이때 나머지 508개의 배열 소자 수신 데이터에는 가중치 분포로 0을 곱해 주면 된다. 이렇게 생성한 부엽 차단 안테나 빔 패턴은 그림 6과 같으며, 보이는 것과 같이 보어사이트(bore sight)의 경우에도 주 안테나 패턴의 부엽을 없지 못하는 부분이 있었다.

두 번째로 검토한 구조(그림 5(b))는 배열 소자 개수 및 가중치 분포는 첫 번째 구조와 같게 하였지만 형상을 달리하였다. 두 번째 구조는 고각 방향으로 패턴이 넓어져 주 안테나 패턴의 부엽을 모두 없었으나, 방위각에 대해서는 첫 번째 구조보다 빔폭이 좁아져 부엽을 모두 없기는 어려웠다(그림 6 참조).

첫 번째와 두 번째 부엽 차단 안테나 구조 검토 시 빔 패턴을 최대한 넓게 만들기 위해 최소 복사소자를 이용해 방위각/고각 방향으로 2개 내지 3개의 배열을 구성하였다. 그런데 그림 6과 같이 주 안테나 빔 패턴의 부엽을 모두 없기에는 역부족이었고, 이 두 구조보다 배열 수가 많아진다면 더 좁은 빔 패턴이 생성되는 것은 자명하다. 또한, 빔 패턴을 넓히기 위해 단 1개의 복사소자만 이용



(a) 부엽 차단 안테나 구조#1
(a) Structure#1 of SLB antenna



(b) 부엽 차단 안테나 구조#2
(b) Structure#2 of SLB antenna

그림 5. 복사소자 4개로 구성된 부엽 차단 안테나 구조 비교
Fig. 5. Comparison for SLB antenna structure composed with 4 radiating elements.

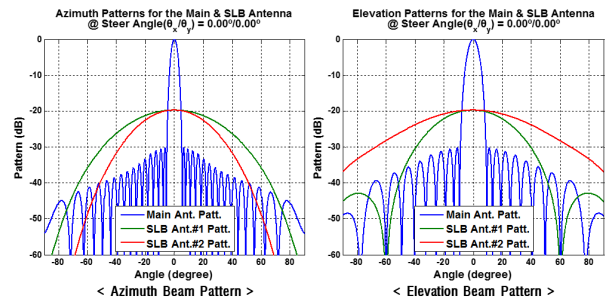
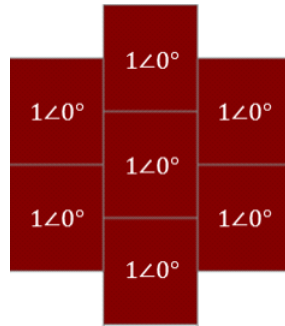


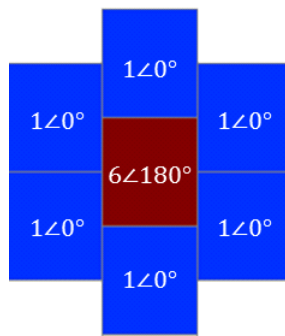
그림 6. 부엽 차단 안테나 구조에 따른 빔 패턴 결과
Fig. 6. Beam pattern results for SLB antenna structure.

한다면, 주 안테나 빔 패턴과 부엽 차단 안테나 빔 패턴간 마진(margin)이 너무 부족하게 되어 그림 1에서 보인 차단 문턱치 설정이 어렵고, 레이더 운용 환경에 따라 오탐 지율이 증가할 수 있다.

따라서 이중 채널 부엽 차단 안테나를 운용하기 위해 배열 수를 늘리고, 2개의 부엽 차단 안테나(SLB_{Near}, SLB_{Far})



(a) 근거리 부엽 차단 안테나
(a) Near SLB antenna



(b) 원거리 부엽 차단 안테나
(b) Far SLB antenna

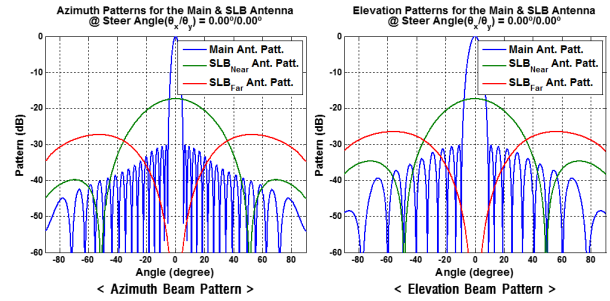
그림 7. 이중 채널 부엽 차단 안테나 구조 및 가중치 분포 설계 결과

Fig. 7. Design results of structure and weight distribution for dual channel SLB antenna.

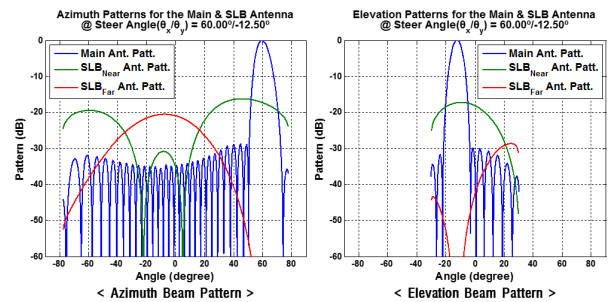
를 설계하였다. 여기서는 주 안테나의 512개 배열 중 7개 복사소자를 이용하였으며, 2개의 부엽 차단 안테나 빔 패턴을 생성하여 한 채널은 주 안테나 빔 패턴에서 주엽과 가까운 쪽의 부엽을 덮도록 하고, 나머지 하나는 주엽과 먼 쪽의 부엽을 덮을 수 있도록 하였다. 이와 같이 각각의 부엽 차단 안테나가 담당하는 영역을 덮기 위해 두 안테나의 가중치 분포를 그림 7과 같이 설계하였다.

보어사이트에 대해 설계된 빔 패턴 결과는 그림 8(a)와 같으며, 보이는 것과 같이 보어사이트뿐 아니라, 빔 조향된 경우(그림 8(b))에 대해서도 2개의 부엽 차단 안테나 빔 패턴이 주 안테나 빔 패턴의 부엽을 모두 덮었다.

추가적으로, 두 경우에 대해 2D 공간상에서 주 안테나 패턴의 주엽을 제외한 모든 부분이 빠짐없이 덮이는지



(a) 주 안테나 및 부엽 차단 안테나 빔 패턴 @ 보어사이트
(a) Beam patterns for main antenna and SLB antenna @ boresight



(b) 주 안테나 및 부엽 차단 안테나 빔 패턴 @ 조향각 : 60°/-12.5°
(b) Beam patterns for main antenna and SLB antenna @ steer angle : 60°/-12.5°

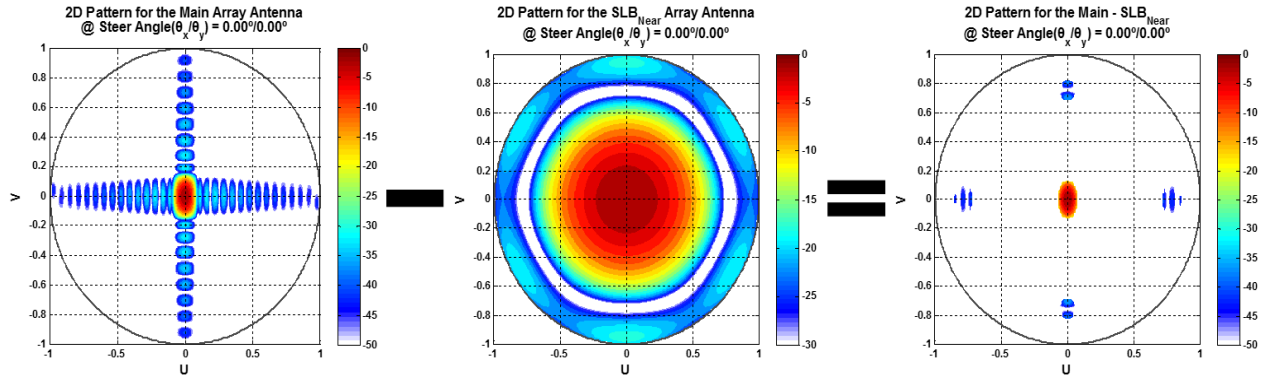
그림 8. 이중 채널 부엽 차단 안테나 빔 패턴 설계 결과
Fig. 8. Design result of beam pattern for dual channel SLB antenna.

확인하였으며 이해를 돕기 위해 그림 9와 같이 시각적으로 표현하였다. 그림 9는 2D 공간상에서 주 안테나 패턴보다 부엽 차단 안테나 패턴이 큰 부분을 제외시키고, 나머지 부분을 표현한 그림이다.

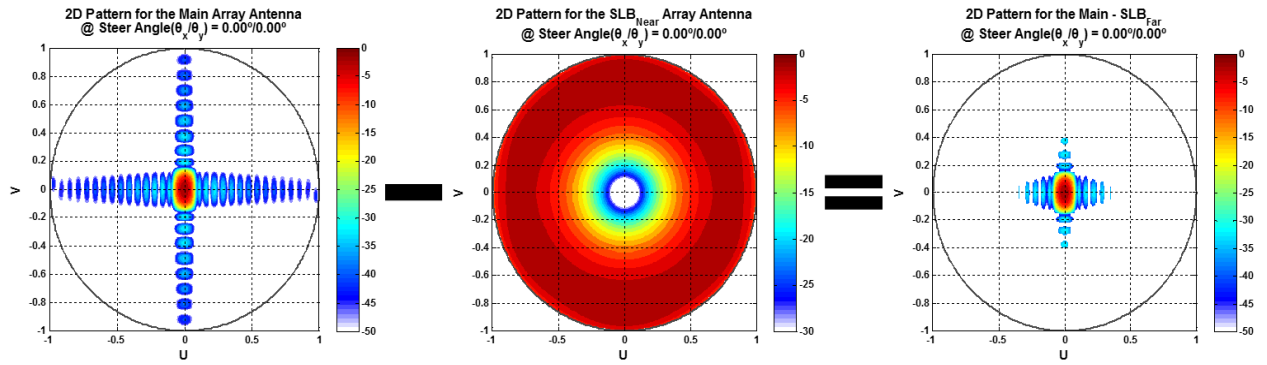
III. 부엽 차단 안테나 빔 패턴 시험 결과

2장에서 설계한 이중 채널 부엽 차단 안테나 구조 및 가중치 분포를 실제 제작된 디지털 능동 위상 배열 안테나에 적용하고, 근접전계 시험을 통해 빔 패턴을 확인하였다. 먼저, 주 안테나 및 이중 채널 부엽 차단 안테나에 대한 각각의 가중치 분포는 디지털빔형성조립체 내 메모리에 미리 저장해 놓았고, 3개의 광 채널을 통해 동시에 디지털 빔 형성이 가능하도록 하였다. 여기서는 512개 배열 소자의 중심 영역에서 7개 소자를 이용해 이중 채널

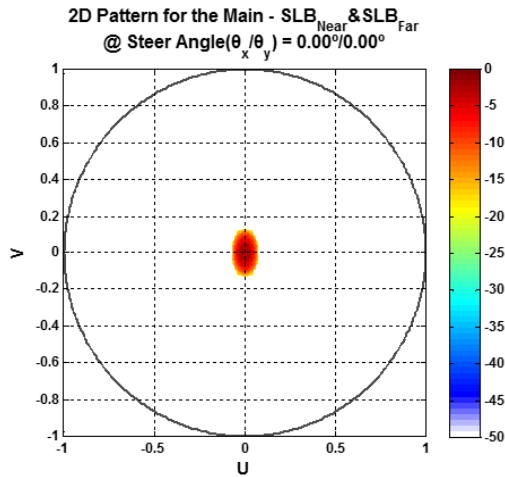
다기능 레이더의 디지털 능동 위상 배열 안테나에 최적화된 이중 채널 부엽 차단 빔 패턴 형성에 관한 연구



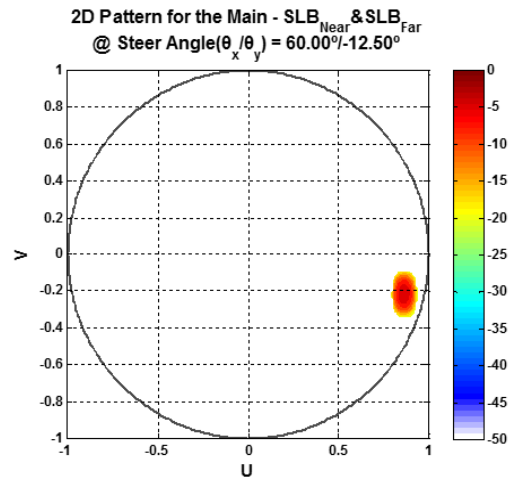
(a) 주 안테나 및 근거리 부엽 차단 안테나에 대한 빔 패턴 @ 보어사이트
(a) Beam patterns for main antenna and near SLB antenna @ boresight



(b) 주 안테나 및 원거리 부엽 차단 안테나에 대한 빔 패턴 @ 보어사이트
(b) Beam patterns for main antenna and far SLB antenna @ boresight



(c) 부엽 차단된 주 안테나 빔 패턴 @ 보어사이트
(c) Side-lobe blanked beam pattern for main antenna @ boresight



(d) 부엽 차단된 주 안테나 빔 패턴 @ 조향각 : 60°/-12.5°
(d) Side-lobe blanked beam pattern for main antenna @ steer angle : 60°/-12.5°

그림 9. 2차원 공간상에서의 주 안테나 및 이중 채널 부엽 차단 안테나 빔 패턴 개략도

Fig. 9. Schematic diagram of beam patterns for main antenna and dual channel SLB antenna in 2D space.

부엽 차단 빔 패턴을 생성하였으나, 디지털 능동 위상 배열 안테나에서는 레이더 운용 중 부엽 차단 안테나가 사용하는 배열 소자에 고장이 발생하더라도 다른 위치의 배열 소자를 이용하여 빔 패턴을 생성할 수 있다는 장점이 있다.

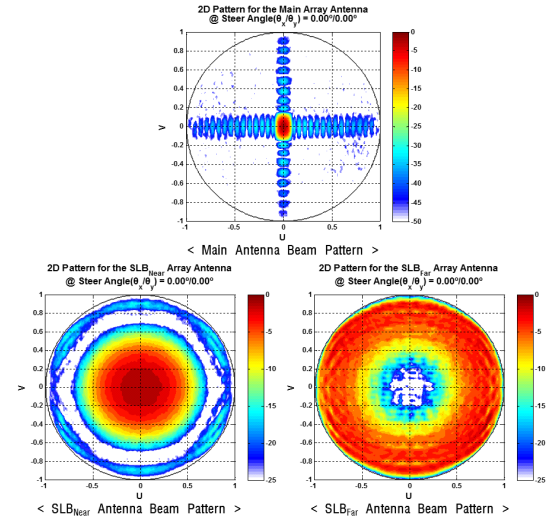
그림 10은 수신 근접전계 시험을 통해 측정한 주 안테나 및 2개의 부엽 차단 안테나에 대한 보어사이트에서의 빔 패턴을 나타낸다. 일반적으로 배열 안테나는 배열 구조상 인접한 소자 간 상호 간섭에 의한 영향으로 개별 소자 패턴에 리플(ripple)이 발생하게 되는데, 본 논문에서 제안한 부엽 차단 안테나는 주 안테나의 전체 배열 대비 상대적으로 합성되는 배열 소자 개수가 적기 때문에 실제 측정된 빔 패턴에도 이러한 리플 영향이 남아있게 된다. 하지만 주 안테나 빔 패턴의 부엽을 덮는 부엽 차단 안테나로서의 역할에는 아무런 문제가 되지 않는다.

다음으로 빔 조향된 경우에 대해 측정된 빔 패턴을 검토하였으며, 시뮬레이션과 매우 유사한 결과를 확인할 수 있었다(그림 11 참조).

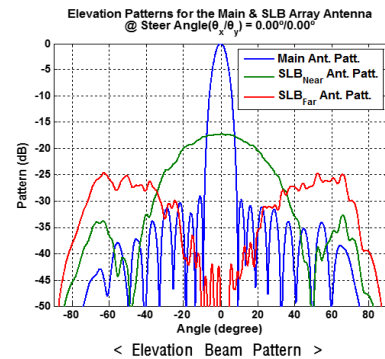
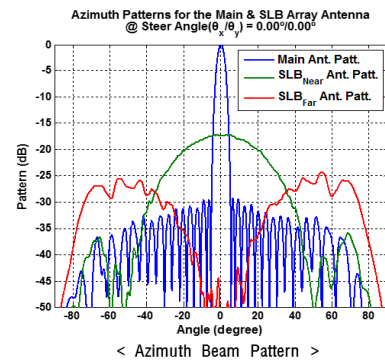
마지막으로 2장에서 보인 방법과 같은 방식으로 2D 공간상에서 주 안테나의 빔 패턴 중 이중 채널 부엽 차단 안테나의 빔 패턴에 의해 덮여진 영역을 제외한 나머지 빔 패턴을 그림 12에 제시하였으며, 보어사이트는 물론 빔 조향 시에도 전(全) 영역에서 주 안테나의 부엽이 모두 덮였음을 알 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 주 안테나의 일부 배열 소자를 이용하여 부엽 차단 안테나를 구성하는 방법을 제안하고, 그에 대한 설계 및 측정 결과를 제시하였다. 먼저, 주 안테나의 부엽을 모두 덮을 수 있도록 부엽 차단 안테나의 구조를 검토하고, 주 안테나와 부엽 차단 안테나 빔 패턴으로부터 수신된 신호의 크기를 비교하여 부엽 신호 여부를 판별할 때 마진을 확보하기 위해 2개의 부엽 차단 안테나를 구성하였다. 다음으로 각 부엽 차단 안테나가 담당하는 영역을 나누고, 개별 소자들의 크기/위상 가중치 분포를 조절하여 원하는 빔 패턴이 생성되도록 설계하였다. 설계된 부엽 차단 안테나 구조 및 가중치 분포를 제작된 디지털



(a) 주 안테나 및 부엽 차단 안테나의 2D 빔 패턴
(a) 2D beam patterns for main antenna and SLB antenna

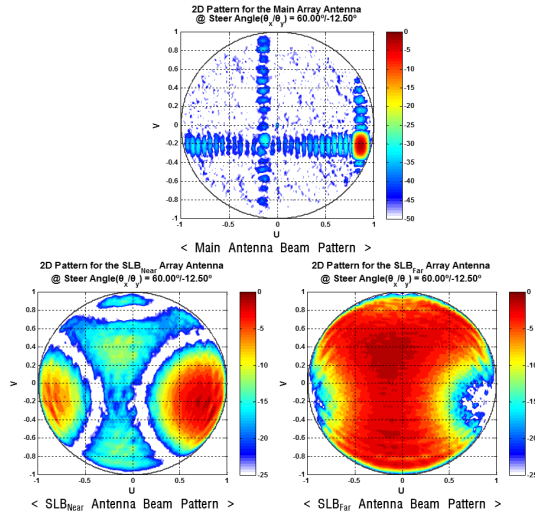


(b) 주 안테나 및 부엽 차단 안테나의 1D 빔 패턴
(b) 1D beam patterns for main antenna and SLB antenna

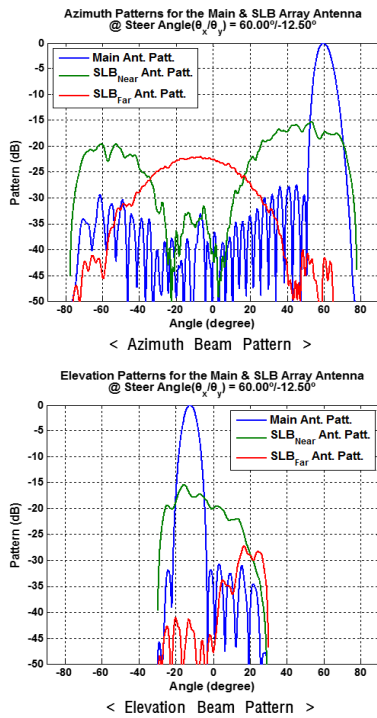
그림 10. 주 안테나 및 부엽 차단 안테나에 대한 보어사이트 빔 패턴 측정 결과

Fig. 10. Results of measured boresight beam patterns for main antenna and SLB antenna.

다기능 레이더의 디지털 능동 위상 배열 안테나에 최적화된 이중 채널 부엽 차단 빔 패턴 형성에 관한 연구



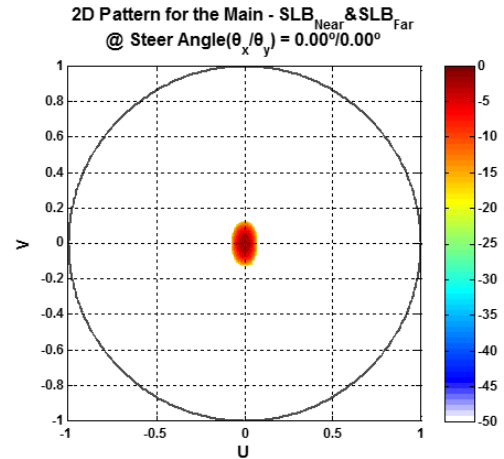
(a) 주 안테나 및 부엽 차단 안테나의 조향된 2D 빔 패턴
(a) Steered 2D beam patterns for main antenna and SLB antenna



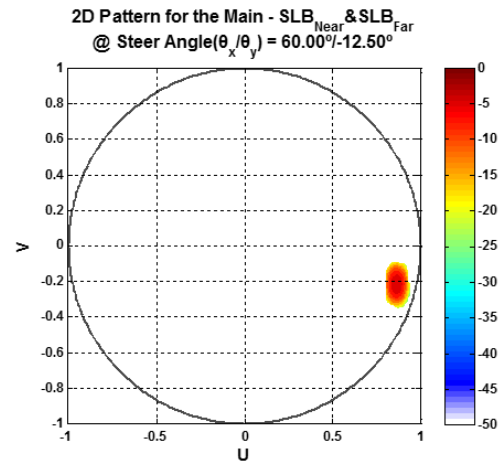
(b) 주 안테나 및 부엽 차단 안테나의 조향된 1D 빔 패턴
(b) Steered 1D beam patterns for main antenna and SLB antenna

그림 11. 주 안테나 및 부엽 차단 안테나에 대한 조향된 빔 패턴 측정 결과

Fig. 11. Measurement results of steered beam patterns for main antenna and SLB antenna.



(a) 부엽 차단된 주 안테나 빔 패턴 @ 보어사이트
(a) Side-lobe blanked beam pattern for main antenna @ boresight



(b) 부엽 차단된 주 안테나 빔 패턴 @ 조향각 : 60°/-12.5°
(b) Side-lobe blanked beam pattern for main antenna @ steer angle : 60°/-12.5°

그림 12. 2D 공간상에서의 부엽 차단된 주 안테나 빔 패턴 결과

Fig. 12. Results for side-lobe blanked beam patterns of main antenna in 2D space.

털 능동 위상 배열 안테나에 적용하고, 수신 데이터를 전송할 수 있는 광 채널을 추가함으로써 주 안테나 및 2개의 부엽 차단 안테나에 대한 빔 패턴을 동시에 형성할 수 있도록 하였다.

수신 근접전계 시험 시 보어사이트 및 빔 조향을 시나

리오로 하고, 디지털빔형성조립체로부터 받은 데이터를 원전계 빔 패턴으로 변환 후 측정된 부엽 차단 안테나의 성능을 검토하였다. 보어사이트 및 조향 명령된 각도에서도 1D 패턴뿐 아니라, 2D 공간상에서 제안된 이중 채널 부엽 차단 안테나 빔 패턴이 주 안테나의 주엽을 제외한 모든 영역의 부엽을 덮었고, 시뮬레이션 결과와도 매우 유사함을 확인하였다.

본 논문에서 제안한 부엽 차단 안테나 구현 방법을 바탕으로 배열 형상을 얼마든지 변경할 수 있으며, 각 개별 소자에 대한 가중치 분포를 설계함으로써 디지털 능동 위상 배열 안테나가 탑재된 다기능 레이더에 부엽 차단 안테나로 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

References

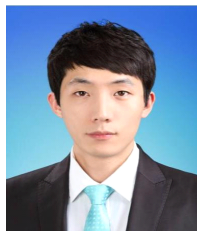
- [1] L. Maisel, "Performance of sidelobe blanking systems," *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*,

vol. AES-4, no 2, pp. 174-180, Mar. 1968.

- [2] A. Farina, *Antenna-Based Signal Processing Techniques for Radar Systems*, Boston, MA, Artech House, 1992.
- [3] G. Gui, A. De Maio, M. Piezzo, and A. Farina, "Sidelobe blanking with generalized swerling-Chi fluctuation models," *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, vol. 49, no 2, pp. 982-1005, Apr. 2013.
- [4] E. Yang, I. Han, J. Song, H. Lee, and D. Yeom, "Adaptive sidelobe blanker for interference environment," *The Journal of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 26, no 3, pp. 317-325, Mar. 2015.
- [5] J. H. Lim, S. J. Park, S. M. Jun, H. S. Jin, K. S. Kim, T. H. Kim, and J. M. Kim, "Design and fabrication of an L-band digital TR module for radar," *The Journal of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 29, no 11, pp. 857-867, Nov. 2018.

주 정 명 [LIG넥스원/선임연구원]

<https://orcid.org/0000-0002-8210-1758>



2011년 2월: 홍익대학교 전자전기공학부 (공학사)
2013년 3월: 홍익대학교 전자정보통신공학과 (공학석사)
2013년 1월~현재: LIG넥스원 선임연구원 [주 관심분야] 수동 및 능동 위상 배열 안테나, 레이더 시스템

박 종 국 [LIG넥스원/수석연구원]

<https://orcid.org/0000-0001-5834-9238>



1995년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학사)
1997년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학석사)
2001년 8월: 서울대학교 전기컴퓨터공학부 (공학박사)
2001년 11월~현재: LIG넥스원 수석연구원 [주 관심분야] 능동 위상 배열 안테나 시스템, 다기능 레이더 시스템, 적응형 빔 형성, 전자파 수치 해석

이 재 민 [LIG넥스원/선임연구원]

<https://orcid.org/0000-0002-2293-0976>



2011년 2월: 경기대학교 전자공학부 (공학사)
2013년 3월: 충남대학교 전파공학과 (공학석사)
2013년 1월~현재: LIG넥스원 선임연구원 [주 관심분야] 위상 배열 안테나 설계, 레이더 시스템, 초고주파 수동 회로 설계

진 형 석 [LIG넥스원/수석연구원]

<https://orcid.org/0000-0002-0764-9596>



2000년 8월: 광운대학교 전자공학과 (공학석사)
2000년 8월~현재: LIG넥스원 수석연구원 [주 관심분야] 디지털 레이더 시스템, 능동 위상 배열 레이더, 초고주파 능동 회로 및 송수신기 설계

강 연 덕 [LIG넥스원/수석연구원]

<https://orcid.org/0000-0003-0527-3641>



1993년 2월: 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학사)
1996년 2월: 한국항공대학교 전자공학과 (공학석사)
2000년 8월: 한국항공대학교 전자공학과 (공학박사)
2000년 9월~현재: LIG넥스원 연구위원

[주 관심분야] 다기능 레이더 시스템, 초고주파 소자, 전자파 해석

김 두 수 [국방과학연구소/선임연구원]

<https://orcid.org/0000-0003-1570-1291>



2001년 2월: 서강대학교 전자공학과 (공학사)
2006년 2월: 포항공과대학교 전기전자공학과 (공학석사)
2006년 1월~현재: 국방과학연구소 선임연구원

[주 관심분야] 배열 안테나 설계, 능동 위상 배열 안테나 시스템, 최적화 알고리즘 구현

한 일 탁 [국방과학연구소/선임연구원]

<https://orcid.org/0000-0001-7944-4816>



2006년 2월: 충남대학교 전자전과정정보통신공학부 (공학사)
2008년 2월: 충남대학교 전파공학과 (공학석사)
2008년 2월~현재: 국방과학연구소 선임연구원

[주 관심분야] 레이더 시스템 및 신호처리, 전자파 전파 및 산란, 전자전파 특성 예측 모델링

이 동 국 [국방과학연구소/책임연구원]

<https://orcid.org/0000-0002-7372-1218>



1998년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학사)
2000년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
2002년 2월~현재: 국방과학연구소 책임연구원

[주 관심분야] 다기능 레이더 시스템, 능동 위상 배열 안테나 시스템, 전자장 수치 해석